

ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ

Professional Science Teachers

รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์  
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

Tweesak.Chi@stou.ac.th

บทคัดย่อ

ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพหมายถึง ครูที่มีความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ดี โดยมีความรู้ในส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ที่สอนในด้านเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ทั่วไป สามารถจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สเต็มศึกษา ที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม โดยผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และผู้เรียนได้นำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการผ่านกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม มีความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วย 3 กลุ่มใหญ่ๆ ตามการจัดของสมาคม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1)โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 2)การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และ3) กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพควรมีความรู้ในส่วนที่เป็นศาสตร์การสอน มีความสามารถ ในการปฏิบัติการสอน ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนได้ดี ใช้แนวคิด ความรู้เนื้อหาพหุสาขาวีธีสอนและ เทคโนโลยี เป็นความสามารถบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชากับศาสตร์การสอนได้เหมาะสม สามารถพหุสาข ความรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการสอน และความรู้ด้านเทคโนโลยี เพื่อช่วยให้การสอน โดยใช้เทคโนโลยีเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีและรวดเร็วขึ้น พัฒนาผู้เรียน ให้มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นผู้ที่มีคุณธรรมจริยธรรมความเป็นครู มีมนุษยสัมพันธ์ดี สามารถทำงาน ร่วมกับผู้อื่นได้ และเป็นผู้ที่พัฒนาความรู้ตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

คำสำคัญ: ครูมืออาชีพ วิทยาศาสตร์ ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ

Abstract

Professional science teachers refers to teachers who have good content knowledge to be taught in science: chemistry, biology, physics, and general science; and are able to create learning environments based

on STEM education that cooperates science, mathematics, technology and engineering design process. Through this learning concept, learners participate in activities that develop their knowledge, understanding and skills in science, and they apply their knowledge in creating a piece of work or a method by using engineering design process. According to the American Association for the Advancement of Science (AAAs), science teachers also need to understand the nature of science which includes 3 components: 1) scientific worldview 2) scientific inquiry, and 3) scientific enterprise. Moreover, professional science teachers should have pedagogical knowledge that will enable them to teach, and transfer knowledge to students. They should employ technological pedagogical content knowledge- TPACK, combining 3 areas of knowledge 1) content knowledge, 2) pedagogical knowledge, and 3) technology knowledge, for effective practice of learning and teaching in a technology enhanced learning environment. Thus, this will improve students' learning, help learners build 21<sup>st</sup> century skills, ethics, good interpersonal skills, teamwork behaviors, and promote continual self-development.

**Keywords:** professional teachers, science, Professional science teachers

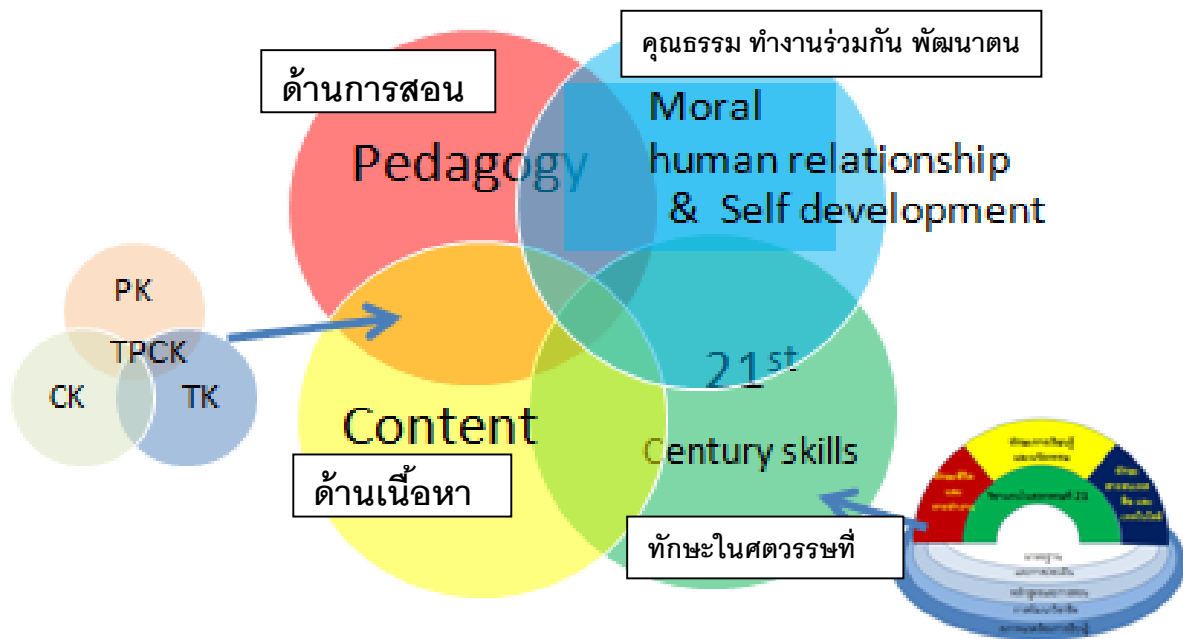
### ครูมืออาชีพ

ครูเป็นบุคลากรที่มีความสำคัญอย่างมากในการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาของชาติและมาตรฐานการพัฒนาประเทศ ปลุกฝังให้ผู้รับการศึกษาเป็นคนดี มีความสุขในการใฝ่รู้ มีสมรรถนะในการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการพัฒนาชีวิตและสังคม หน้าที่ของครูในการจัดการศึกษาได้ระบุส่วนที่สำคัญไว้ 5 ด้าน (อมรวิรัช นาคทรพร, 2545) ได้แก่ 1. การสร้างคนให้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 2. การถ่ายทอดค่านิยมและวัฒนธรรม 3. การสร้างความสมานฉันท์ทางการเมืองและสังคม 4. การจัดระเบียบสังคม และ 5. การแก้ปัญหาและกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงในสังคม ครูโดยทั่วไปทำหน้าที่ตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย คนที่เป็นครูมืออาชีพไม่ใช่เป็นคนที่เป็นครูโดยทั่วไปที่มีอาชีพเป็นครู แต่เป็นครูที่มีความสามารถและคุณลักษณะเฉพาะที่ทำให้ทำงานในบทบาทหน้าที่ครูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ครูมืออาชีพ หมายถึง ครูที่มีความรู้ดี โดยมีความรู้ในส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ที่สอนและความรู้ในส่วนที่เป็นศาสตร์การสอน มีความสามารถในการปฏิบัติการสอน ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนได้ดี เป็นผู้มีคุณธรรมจริยธรรมความเป็นครู สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และเป็นผู้ที่พัฒนาความรู้ตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ

### ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ

ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ หมายถึง ครูที่มีความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ดี โดยมีความรู้ในส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ที่สอน ในด้านเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์ทั่วไป และความรู้ในส่วนที่เป็นศาสตร์การสอน มีความสามารถในการปฏิบัติการสอน ถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนได้ดี เป็นผู้ที่มึคุณธรรมจริยธรรม ความเป็นครู สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และเป็นผู้ที่พัฒนาความรู้ตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ รายละเอียดของคุณลักษณะด้านต่างๆ มีดังนี้



ภาพที่ 1 คุณลักษณะของครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ

1. มีความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ดี โดยความรู้ที่มีเป็นไปตามวิชาเอกที่เรียนจบ หรือวิชาที่สอน ได้แก่ เนื้อหาทาง เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ หรือเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในส่วนที่เป็นทางด้านวิทยาศาสตร์ไม่ใช่มีความรู้เฉพาะเนื้อหาวิชาจึงจะเพียงพอ ยังต้องรู้ในเรื่อง STEM ธรรมชาติวิทยา วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้วย

เนื้อหาด้านการสอนวิทยาศาสตร์เป็นส่วนของศาสตร์การสอน เป็นสิ่งสำคัญเพราะจะช่วยให้ครูสามารถถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ได้อย่างดี ความรู้ในด้านนี้ ได้แก่ กลุ่มสาขาวิชาชีพครูด้านการศึกษาศาสตร์ หลักสูตรวิทยาศาสตร์ หลักการสอน ทักษะและกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสอนที่เน้นการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ การสอนปฏิบัติการ จิตวิทยาพัฒนาการ จิตวิทยาการศึกษา ทฤษฎี

การเรียนรู้ ทฤษฎีการสอน แหล่งการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ การวัดผลและประเมินผล การสร้างการใช้และเก็บรักษาสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ การปกครองชั้นเรียน และการวิจัยในชั้นเรียน ครูที่มีความรู้ดี จะคิดตามความก้าวหน้าของความรู้ในศาสตร์นั้น เพราะปัจจุบันความรู้โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ครูวิทยาศาสตร์จึงไม่หยุดที่จะหาความรู้ในศาสตร์ของตนอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

**1.1 สเต็มศึกษา (Science Technology Engineering and Mathematics Education) STEM, STEM Education** เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็น การเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนการด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสเต็มศึกษา เป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณา การการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนทำ กิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และ ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อ ตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในชั้น เรียนสเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration) การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) และ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary integration)

ลักษณะการจัดการศึกษาตามแนวคิดของสเต็ม (STEM) เป็นดังนี้ เป็นการบูรณาการของ ศาสตร์สาขาต่างๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์(S) เทคโนโลยี(T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้ นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาสวมผสานกันอย่างลงตัวกล่าวคือ วิทยาศาสตร์ (S) เป็นวิชาที่ เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติการสอนวิทยาศาสตร์มักใช้กระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆหรือ กระบวนการต่างๆเพื่อตอบสนองความต้องการของคนโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการพัฒนานวัตกรรม คิด สร้างสรรค์สิ่งต่างๆโดยนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ คณิตศาสตร์ (M) เป็น วิชาที่ใช้กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก การจัด กลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์ผู้เรียนจะสามารถ

ถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสารเช่นมากกว่าน้อยกว่า เล็กกว่าใหญ่กว่า ฯลฯ และการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล – มัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ STEM จะเป็นการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาแล้วยังเป็นการบูรณาการด้านบริบท ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันอีกด้วย ซึ่งจะทำให้การสอนนั้นมีความหมายต่อผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้นๆ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ซึ่งจะเพิ่มโอกาสการทำงาน การเพิ่มมูลค่าให้กับชิ้นงานและสามารถสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศด้านเศรษฐกิจได้ เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วนและสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่นด้านปัญญาผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน ด้านทักษะการคิดผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูงเช่นการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์เป็นต้น และด้านคุณลักษณะผู้เรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

จากแนวคิด STEM ได้มีความเห็นว่าการบูรณาการเพื่อให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะทั้งสองด้านจึงเพิ่ม การบูรณาการศิลปะ (Art: A) เข้าไปอีกหนึ่งศาสตร์ ทำให้ STEM เปลี่ยนเป็น STEAM โดย "A" ที่เพิ่มศิลปะลงในส่วนผสม ไม่เพียงแต่ด้านทัศนศิลป์ ยังรวมทั้งด้านเพลง ละคร ดนตรี การแสดง เต้นรำ การสื่อสารด้วยภาษาท่าทางหรือการวาดภาพหรือการสร้างโมเดลจำลองทำให้ชิ้นงานนั้นๆ มีองค์ประกอบด้านความสุนทรีย์และความสวยงามเพิ่มขึ้นเกิดเป็นชิ้นงานที่มีความสมบูรณ์ทั้งการใช้งานและความสวยงาม ในระยะแรกสิ่งทีเพิ่มด้านนี้เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน การส่งเสริมศิลปะในการศึกษาช่วยให้นักเรียนมีโอกาสในการแก้ปัญหาจากการคิดสร้างสรรค์และการคิดนอกกรอบ ในบางแนวคิดอาจจะเพิ่มศาสตร์ที่เห็นว่าสำคัญลงไป ใน STEM ด้วยเช่น eSTEM (environmental STEM) เพิ่มเรื่องสิ่งแวดล้อม STREAM (science, technology, robotics, engineering and mathematics) เพิ่มเรื่องหุ่นยนต์

**1.2 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science; NOS)** เป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งจะบ่งบอกถึงความแตกต่างระหว่างตัววิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นๆ ธรรมชาติวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะของ ค่านิยม ข้อสรุป แนวคิดหรือแม้แต่คำอธิบายที่จะบอกว่าวิทยาศาสตร์คืออะไร มีส่วนเกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง และอย่างไร คำอธิบายเหล่านี้จะผสมผสานกลมกลืนอยู่ในตัววิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการมองสิ่งเหล่านี้ในเชิงปรัชญาเกี่ยวกับการกำเนิด ธรรมชาติ วิธีการ และขอบเขตของความรู้ของมนุษย์ (Epistemology) และในเชิงสังคมวิทยา (Sociology)

ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบไปด้วยแนวคิดเกี่ยวกับตัววิทยาศาสตร์อยู่หลายแนวคิด ซึ่งในที่นี้อาจจัดหมวดหมู่ของแนวคิดเหล่านั้นได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ตามการจัดของ The American

Association for the Advancement of Science (AAAs) ได้แก่ การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (scientific inquiry) โลกทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (scientific worldview) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (scientific enterprise) โดยอธิบายได้ดังนี้

1.2.1 การสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนควรจะมี ความเข้าใจการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ลักษณะ (AAAs, 1990) ได้แก่

1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน แนวคิดทางวิทยาศาสตร์พัฒนามาจากการสังเกตปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น

2) วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์และจินตนาการ

3) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการทำนาย นักวิทยาศาสตร์พยายามอธิบายปรากฏการณ์ที่สังเกตโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับซึ่งความน่าเชื่อถือของคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มาจากความสามารถในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและปรากฏการณ์

4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียงข้อมูลหลักฐาน

5) วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น (authority) และเชื่อว่าไม่มีบุคคลใดหรือนักวิทยาศาสตร์คนไหนไม่ว่าจะมีชื่อเสียงหรือตำแหน่งหน้าที่การงานสูงเพียงใดที่จะมีอำนาจตัดสินว่าอะไรคือความจริงหรือมีสิทธิพิเศษในการเข้าถึงความจริงมากกว่าคนอื่นๆ ได้

สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์ได้มีนักการศึกษาในกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) เสนอกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ (5) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เพื่อเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

1.2.2 ธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์

การรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน และปรากฏในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของหลายๆ ประเทศ มีการอธิบายลักษณะหรือประเด็นของธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้เข้าใจตรงกันมากขึ้น ประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พอสรุปได้ดังนี้ (AAAs, 1990)

1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงประจักษ์ (empirical knowledge) ซึ่งได้มาจากการสังเกต

- 2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นปรนัย (objectivity)
- 3) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่เกี่ยวข้องกับอคติ กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ต่อมนุษย์หลายประการ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไม่สามารถชี้นำมนุษย์ว่าควรนำความรู้นั้นไปใช้อย่างไร
- 4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะสากล (universal) กล่าวคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะทั่วไปไม่เป็นความรู้เฉพาะคนใดคนหนึ่ง หรือเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
- 5) วิทยาศาสตร์มีความเป็นสาธารณะ กล่าวคือความจริงที่วิทยาศาสตร์ค้นพบนั้นจะต้องแสดงหรือทดลองให้ทุกคนเห็นได้เหมือนกับผู้อื่น
- 6) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายหรือพยากรณ์ปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 7) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความคงทน (durable) แม้นักวิทยาศาสตร์จะมีความเชื่อว่า ไม่มีความจริงใดที่สมบูรณ์ที่สุด และยอมรับเรื่องความไม่แน่นอน (uncertainty) ที่ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีความคงทน
- 8) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะพลวัต (dynamic) กล่าวคือ แม้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีความคงทน และเชื่อถือได้ แต่อย่างไรก็ตาม ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถือว่าเป็นความจริงชั่วคราว สามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือพัฒนาต่อไปได้เมื่อมีข้อมูลเชิงประจักษ์ที่เปลี่ยนแปลงไป
- 9) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องต้องกัน (consistency) และเป็นเอกภาพ (unity)
- 10) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์
- 11) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับสังคมและวัฒนธรรม
- 12) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้รับอิทธิพลจากความเชื่อ ความรู้เดิมของนักวิทยาศาสตร์และทฤษฎีที่มีอยู่

1.2.3. กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรเป็นหนึ่งในสามองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ใน Benchmarks for Science Literacy ของสมาคมครูวิทยาศาสตร์สหรัฐอเมริกา (AAAs, 1990) โดยกล่าวถึงกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นกิจกรรมที่มีหลายมิติ เป็นทั้งรายบุคคล สังคม และ

สถาบัน มีความสำคัญมาก เนื่องจากทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างอดีตและปัจจุบันเป็นอย่างมาก โดยระบุถึงกิจการทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

- 1) วิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคมที่ซับซ้อน
- 2) วิทยาศาสตร์แตกแขนงเป็นสาขาต่างๆและมีการดำเนินการในหลายองค์กร
- 3) วิทยาศาสตร์มีหลักการทางจริยธรรมที่ยอมรับกันโดยทั่วไป ในการดำเนินการ นักวิทยาศาสตร์ต้องทำงานโดยมีจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
- 4) นักวิทยาศาสตร์เข้าร่วมกิจกรรมทางสังคมในฐานะผู้เชี่ยวชาญและพลเมือง

2. มีความสามารถในการปฏิบัติการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ องค์กรประกอบด้านการปฏิบัติการสอน องค์กรประกอบนี้ ได้แก่ ความสามารถทางการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ เช่น การวางแผนการจัดการเรียนรู้ การใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้ สามารถเลือกใช้รูปแบบการสอนได้เหมาะสม อาจเป็นการสอนแบบสืบเสาะ การสืบค้น การค้นคว้า การสอนซ่อมเสริม การสอนเป็นรายบุคคล การสอนแบบการสร้างองค์ความรู้ การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ แบบ 5E แบบ 7E การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน การสอนโครงการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น จัดกิจกรรมให้กับผู้เรียนได้ดี เลือกใช้แหล่งการเรียนรู้และสื่อการเรียนการสอน วัสดุและประเมินผลได้ดี และนำผลจากการประเมินมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนต่อไป

นอกจากนี้ครูวิทยาศาสตร์ยังต้องมีความสามารถในเรื่อง TPACK และ การสอนที่จะพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ความรู้ในสองส่วนนี้มีดังนี้

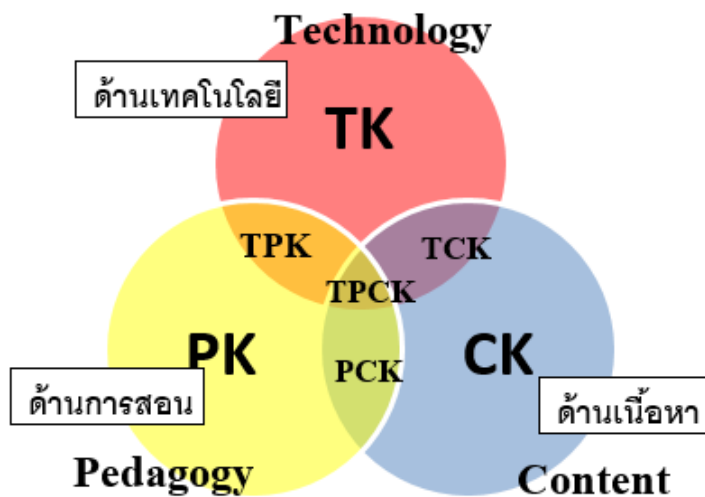
**TPCK; TPACK เป็นความรู้เนื้อหาพหุสาขาสอนและเทคโนโลยี (TPCK Technological Pedagogical Content Knowledge)** (ราชบัณฑิตยสถาน, 2558) เป็นความสามารถบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชากับศาสตร์การสอนได้เหมาะสม สามารถผสมผสานความรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา ความรู้ด้านการสอน และความรู้ด้านเทคโนโลยี เพื่อช่วยให้การสอนโดยใช้เทคโนโลยีเกิดประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีและรวดเร็วขึ้น

ความรู้ด้านเนื้อหาหรือซีเค (Content Knowledge-CK) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจของครูผู้สอนในวิชาหรือเนื้อหาที่สอน ลักษณะและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของ เนื้อหา มโนทัศน์สำคัญ หลักการ ทฤษฎี โครงสร้างและกรอบความคิดของเนื้อหาที่สอน รวมถึง ข้อมูล หลักฐาน กระบวนการสืบสวนและพัฒนาความรู้ในเนื้อหาสาระนั้น



ความรู้ด้านการสอนหรือพีเค (Pedagogical Knowledge–PK) หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับ ผู้เรียน วัตถุประสงค์ กลยุทธ์ วิธีการและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การจัดการชั้นเรียน การจัด ประสบการณ์เสริมการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ความรู้ด้านเทคโนโลยีหรือทีเค (Technological Knowledge–TK) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี แบบต่าง ๆ ทั้งในระบบแอนะล็อก (analog system) และระบบดิจิทัล (digital system) รวมถึงการใช้ เทคโนโลยีสารสนเทศหรือไอที (Information Technology–IT) เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แต่เนื่องจากความรู้ ด้านเทคโนโลยีกำลังอยู่ในสถานะของการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็ว ความรู้ทั้งหลายจึงอาจล้าสมัย ได้ในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นกรอบความคิดของการใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีในทีพีซีเคจึงไม่ได้หมายถึง ความรู้ทั่วไปด้านเทคโนโลยี (computer literacy) เท่านั้น แต่หมายรวมถึงความยืดหยุ่นและความคล่องตัว ของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหรือฟิตเนส (Fluency of Information Technology–FITness) กล่าวคือ ผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจเทคโนโลยีในระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้



ภาพที่ 2 ความรู้เนื้อหาผสานวิธีสอนและเทคโนโลยีหรือทีพีซีเค (TPCK)

Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) หรือที่นิยมเรียกว่า ทีแพ็ก (TPACK) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสอนเนื้อหาสาระด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับ วัตถุประสงค์และผู้เรียน โดยสามารถปรับหรือประยุกต์เทคโนโลยีที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานได้เหมาะสม กับบริบทและวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

ครูวิทยาศาสตร์ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีสามารถนำเนื้อหาสาระที่เตรียมไว้ผนวกกับความรู้ที่ ค้นคว้าผ่านระบบเครือข่ายสารสนเทศดังกล่าว ซึ่งมีผู้อื่นจัดทำไว้ในรูป สติติ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวที่มีสีสันที่สวยงาม มีเสียงประกอบมาสร้างเป็นบทเรียน หรือสอคแทรกในบทเรียน ทำให้

บทเรียนและการสอนแต่ละครั้งมีความน่าสนใจ และสามารถสื่อความหมายของผู้สอนได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ความรู้ด้านเทคโนโลยีจะช่วยกระบวนการสอนตามเนื้อหาที่เตรียมไว้น่าสนใจยิ่งขึ้นแล้ว ความรู้ด้านเทคโนโลยีแสวงหาข้อมูลและเรื่องที่เป็นประโยชน์ผ่านเครือข่ายที่มีความเร็วสูง จะประหยัดเวลาในการเตรียมบทเรียนเป็นอย่างมาก รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีช่วยเตรียมบทเรียนจะช่วยให้สามารถนำเสนอบทเรียนได้อีกหลายครั้ง และสามารถแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้เนื้อหาสาระมีความทันสมัย เหมาะสมยิ่งขึ้นได้โดยง่าย

**ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21<sup>st</sup> century skills; transversal skills)** เป็นกลุ่มความรู้ ทักษะ และนิสัยการทำงาน ที่เชื่อว่ามีสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ทักษะดังกล่าวนี้เป็นผลจากการพัฒนากรอบความคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21<sup>st</sup> Century Learning Framework) โดยภาคีเพื่อทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (The Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills) เบอร์นี ทริลลิง และชาลส์ เฟเดล (Bernie Trilling & Charles Fadel) ได้เสนอในหนังสือ *21<sup>st</sup> Century Skills: Learning for Life in Our Times* (2009) เป็นดังต่อไปนี้ 3Rs 7C (ราชบัณฑิตยสถาน, 2558)



ภาพที่ 3 ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

ที่มา: ปรับจาก Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21<sup>st</sup> century skills: Learning for life in our times*. San Francisco, John Wiley & Sons.(p.173).

3Rs ประกอบด้วย ทักษะการรู้หนังสือ ได้แก่ 1. Reading ทักษะการอ่าน อ่านออก 2. Writing ทักษะการเขียน เขียนได้ 3. Arithmetic ทักษะเลขคณิต คิดเลขเป็น

7Cs ประกอบด้วย ทักษะ 7 ด้าน คือ 1. ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (critical thinking and problem solving) เป็นการคิดอย่างผู้เชี่ยวชาญ 2. ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ (communications, information, and media literacy) เป็นการสื่อสารอย่างซับซ้อนและการประเมินความน่าเชื่อถือของสื่อต่าง ๆ 3. ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (collaboration, teamwork and leadership) เป็นความสามารถในการนำผู้อื่นและความรับผิดชอบแบบกระจายบทบาท 4. ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation) เป็นการใช้จินตนาการ การประยุกต์ และการประดิษฐ์ ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ เรื่องใหม่ 5. ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (computing and ICT literacy) มีความรู้แหล่งสารสนเทศและสามารถเข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว สามารถประเมินความน่าเชื่อถือของสารสนเทศและสามารถใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างสร้างสรรค์ 6. ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง (career and learning self-reliance) มีความยืดหยุ่นและปรับตัวได้ดี มีความสามารถในการจัดการ ทำงานและเรียนรู้อย่างอิสระ 7. ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (cross-cultural understanding) มีปฏิสัมพันธ์ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถทำงานกับทีมงานที่มีความแตกต่างหลากหลายได้ดี

ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นจุดมุ่งหมายสำคัญของการจัดการศึกษาและการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนให้มีคุณภาพและเตรียมพร้อมที่จะมีชีวิตในคริสต์ศตวรรษที่ 21

**3. มีคุณธรรมจริยธรรมความเป็นครู** การเป็นผู้นำทางด้านจิตใจเป็นคุณลักษณะที่สำคัญยิ่งอีกประการหนึ่งของผู้ครุวิทยาสาสตร์มืออาชีพ ซึ่งมีความสามารถในการพัฒนาตนเองและบุคคลอื่นให้เป็นคนที่มีจิตใจดี การมีจิตใจดีเป็นเกณฑ์หลักในการตัดสินใจเป็นคนดี ทั้งเกณฑ์ทางวิชาชีพและเกณฑ์ทางสังคม ทั้งเกณฑ์ทางทางตะวันตกและตะวันออก ครูทุกคนจึงต้องเป็นผู้นำทางจิตใจ องค์ประกอบด้านคุณลักษณะของครุวิทยาสาสตร์มืออาชีพ ได้แก่ 1) มีเจตคติที่ดีต่อวิชาชีพครู 2) มีเจตคติที่ดีต่อการปฏิบัติงานวิชาชีพครู 3) มีเจตคติที่ดีต่อศิลปวัฒนธรรมไทย 4) มีความเป็นผู้นำ และ 5) มีคุณธรรม จริยธรรม ใจกว้าง มีเหตุผล รักความยุติธรรม รักความสามัคคี

ครูที่มีคุณธรรมจริยธรรม จะได้รับการเคารพจากศิษย์ ได้รับการยอมรับจากผู้ปกครอง ได้รับการสนับสนุนจากเพื่อนและผู้บังคับบัญชา ทำให้มีความก้าวหน้าในการทำงานและการประกอบอาชีพ ซึ่งอาจได้รับการยกย่องประกาศเกียรติคุณให้เป็นอย่างที่ดีของบุคลากรในวิชาชีพ ในด้านภาระงานการเป็นผู้นำ

ของสังคม ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพควรเป็นผู้นำในด้านการใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสมกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมหรือชุมชน ไม่ปล่อยให้สังคมเกิดความงมงายต่อความเชื่อผิดๆ ที่ขาดหลักการทางวิทยาศาสตร์ ครูจึงเป็นต้นแบบที่ดีของสังคม สามารถนำให้สังคมมีคุณธรรมจริยธรรมที่ดี และได้รับการยกย่องให้เป็นผู้นำที่ดีของสังคม

**4. มีมนุษยสัมพันธ์ดี** ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ดี สามารถสร้างมนุษยสัมพันธ์กับบุคลากรภายในสถานศึกษา ทั้งเพื่อนครู นักเรียน ผู้บริหาร และยังสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับบุคคลภายนอกด้วย ได้แก่ผู้ปกครองและคนในชุมชน

1) ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีแนวทางในการสร้างมนุษยสัมพันธ์กับนักเรียน ดังนี้ (ทักษิณี ชาติไทย, 2535) รักนักเรียนและตั้งใจสอนนักเรียน รับฟังปัญหาของนักเรียน ให้ความสนับสนุนกับนักเรียน ให้กำลังใจนักเรียน ขยันอบรมจริยธรรมให้นักเรียน ขยันดูแลเอาใจใส่ให้นักเรียน ทำตนให้เป็นตัวอย่างที่ดีของนักเรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้กว้างขวาง เป็นผู้มีความเพียร อดทนในกิจกรรมต่างๆ ที่ทำร่วมกับผู้เรียน ใช้หลักประชาธิปไตยในการจัดกิจกรรมต่างๆ ร่วมกับผู้เรียน

2) ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีแนวทางในการสร้างมนุษยสัมพันธ์กับผู้ร่วมงาน ดังนี้ (ธนรัชฎ์ ศิริสวัสดิ์, 2549) ทักทายและพบปะกันในโอกาสอันควร จริงใจต่อกัน เลี่ยงการนินทา ไม่ซัดทอดความผิดให้คนอื่นเมื่อเป็นความผิดของตน ยกย่องตามโอกาสอันควร ด้วยความจริงใจ ใจกว้างเอื้อเฟื้อ และให้ความร่วมมือกับเพื่อนด้วยความเต็มใจ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ทำตนเสมอต้นเสมอปลาย และไม่ทำตัวเหนือเพื่อน เห็นใจและช่วยเหลือเพื่อนในยามทุกข์ ให้เกียรติเพื่อนร่วมงานทุกระดับ

3) ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีแนวทางในการสร้างมนุษยสัมพันธ์กับผู้บังคับบัญชา ดังนี้ (ธนรัชฎ์ ศิริสวัสดิ์, 2549) เข้าใจความคิดของผู้บังคับบัญชา พยายามหาทางให้ความคิดของผู้บังคับบัญชาให้เป็นความจริงและเกิดผลดี เรียนรู้นิสัยการทำงานของผู้บังคับบัญชา ทำงานให้ดีและเต็มความสามารถ พยายามทำความเข้าใจของผู้บังคับบัญชาให้เป็นความจริงและเกิดผลดี เลี่ยงการประจบ ยกย่องและสรรเสริญผู้บังคับบัญชาตามโอกาสอันควร เข้าพบและปรึกษาผู้บังคับบัญชาในโอกาสและเวลาที่เหมาะสม ทำงานโดยใช้เหตุผลเป็นสำคัญ ไม่นินทาผู้บังคับบัญชา และไม่รบกวนในเรื่องเล็กๆ น้อยๆ ตลอดจนไม่กล่าวถึงความยากลำบากในการปฏิบัติงานกับผู้บังคับบัญชา ประเมินการทำงานของตนเป็นระยะๆ

4) ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพมีแนวทางในการสร้างมนุษย์สัมพันธ์กับผู้ปกครองและชุมชน ดังนี้ (ธนรัชฎ์ ศิริสวัสดิ์, 2549) เข้าใจความต้องการของชุมชนและสังคม พยายามศึกษาความเปลี่ยนแปลงของชุมชนอยู่เสมอ ประชาสัมพันธ์กิจกรรมที่สถานศึกษาจัดให้ชุมชนรับทราบ และช่วยประชาสัมพันธ์กิจกรรมของชุมชนด้วย พยายามใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาของสถานศึกษา และให้ชุมชนมีโอกาสมายืมประโยชน์จากทรัพยากรในสถานศึกษาด้วยการรับฟังความคิดเห็นของประชาชนในชุมชนอยู่เสมอ มีความตื่นตัวในการพัฒนาสถานศึกษาและท้องถิ่นอยู่เสมอ

5. **พัฒนาความรู้ตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ** ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพเป็นผู้นำในวิชาชีพเป็นผู้ที่พัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอ โดยพัฒนาทั้งด้านปัญญา ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านจิตใจ และคุณลักษณะในวิชาชีพครู เป็นการพัฒนาตนเองอย่างรอบด้าน การพัฒนาตนเองมีได้หลายแบบ เช่น โดยการอ่าน จะต้องพัฒนาการอ่านทางวิชาการทั้งด้านเทคนิคการอ่านและขอบข่ายของการอ่าน โดยการประชุมสัมมนาทางวิชาการ และโดยการศึกษาอบรมโดยระบบทางไกลและระบบทางไกล การศึกษาอบรมโดยระบบทางไกลเป็นการศึกษาอบรมที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการศึกษาต่อ หรือการเข้ารับการอบรมในหน่วยงาน เป็นวิธีที่ปฏิบัติกันมากทั้งในอดีตและปัจจุบัน การศึกษาอบรมทางไกลเป็นการศึกษาที่ผู้ให้และผู้รับความรู้มีการพบปะกันโดยตรงน้อยกว่าการศึกษาอบรมทางไกล ปัจจุบันมีการศึกษาอบรมทางไกลได้หลายรูปแบบ และสามารถหาความรู้จากเว็บในระบบต่างๆ ได้เช่น MOOC (Massive Open Online Course) เป็นต้น

ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพนอกจากจะต้องพัฒนาคุณลักษณะในการแสวงหาความรู้แล้ว ยังต้องพัฒนาคุณลักษณะในการผลิตผลงานทางวิชาการ เช่น ตำรา เอกสารประกอบการสอน บทความทางวิชาการ งานวิจัย รวมทั้งต้องมีคุณลักษณะในการวิพากษ์ และ นำเสนอผลงานวิชาการด้วย การพัฒนานี้จะเน้นการพัฒนาด้วยตนเอง ครูมีอาชีพจึงต้องเป็นผู้มีวัฒนธรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องที่จะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้และมีการเรียนรู้ตลอดชีวิตทั้งในวิชาการด้านเนื้อหา วิชาการด้านวิชาชีพครู วิชาการด้านการเป็นผู้นำ

การจะเป็นครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพที่มีคุณภาพต้องมีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีประกอบด้วยมาตรฐานหลัก 10 มาตรฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) มีดังนี้

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐานที่ 2 การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้อย่างมีคุณธรรมและมีความสนใจใฝ่พัฒนาวิชาชีพของตนเอง

มาตรฐานที่ 3 การจัดโอกาสในการเรียนรู้ตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน

มาตรฐานที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน

มาตรฐานที่ 5 การใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมเพื่อช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

มาตรฐานที่ 6 การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจ

มาตรฐานที่ 7 พัฒนาทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้

มาตรฐานที่ 8 การพัฒนาหลักสูตร สาระการเรียนรู้และการวางแผนการสอน

มาตรฐานที่ 9 การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

มาตรฐานที่ 10 การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า คำว่า"ครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ" ต้องเป็นครูด้วยใจรัก มีความรู้ความสามารถในศาสตร์ทางด้านเนื้อหาวิชาของตนเป็นอย่างดีและเนื้อหาในศาสตร์ด้านการสอน มีความสามารถถ่ายทอดความรู้ให้แก่ศิษย์ได้อย่างดี มีความรู้เนื้อหาพหุสาขาสอนและเทคโนโลยี (TPCK; TPACK) สามารถบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่สอนเข้ากับศาสตร์การสอน และสามารถบูรณาการสเต็ม (STEM) ในการสอนได้ โดยเลือกใช้การบูรณาการ 4 ระดับ ที่เป็นการบูรณาการภายในวิชาการบูรณาการแบบพหุวิทยาการ การบูรณาการแบบสหวิทยาการ และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชาได้ สามารถออกแบบการสอนได้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ตลอดจนเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสมเพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพ การพัฒนาศิษย์มุ่งสู่อนาคตทันกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ทักษะ 7 ด้าน (7Cs) ที่พัฒนาได้แก่ 1) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา 2) ด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ 3) ด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ 4) ด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 5) ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 6) ด้านการทำงาน การเรียนรู้ และการพึ่งตนเอง และ 7) ด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ เป็นผู้ที่ประพฤติตัวได้อย่างเหมาะสมเอาใจใส่และดูแลศิษย์อย่างตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ด้วยจิตวิญญาณของความเป็นครู สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และพัฒนาความรู้ตนเองอย่างต่อเนื่องอยู่เสมอ และสามารถทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

### บรรณานุกรม

- จุฬารัตน์ ธรรมประณีป. (2557). “การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสัมมนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. หน่วยที่ 7 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ดวงเดือน พินสุวรรณ. (2557). “การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสัมมนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์* หน่วยที่ 10 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ชนรัชฎ์ ศิริสวัสดิ์. (2549). “มนุษย์สัมพันธ์และการทำงานเป็นทีม” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาประสบการณ์วิชาชีพมหัศจรรย์หลักสูตรและการสอน*. หน่วยที่ 6 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ทัศนีย์ ชาติไทย. (2535). “มนุษย์สัมพันธ์และสภาพแวดล้อมในโรงเรียนกับการวัดและประเมินผลการศึกษา” หน่วยที่ 11 ใน *เอกสารการสอนชุดวิชาจิตวิทยาและสังคมวิทยาพื้นฐานเพื่อการวัดและประเมินผลการศึกษา*. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และ อธิป จิตตฤกษ์ (แปล). (2554). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การศึกษาเพื่อศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ Open Worlds.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิต*. กรุงเทพฯ: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2545). *มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- อมรวิชัย นาคทรพรพ. (2545). “หลักการและแนวคิดเกี่ยวกับบริบททางการศึกษา” ใน *ประมวลสาระชุดวิชาบริบททางการศึกษา*. หน่วยที่ 1 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for All Americans*. NY: Oxford University Press. <http://www.project2061.org/tools/sfaol/sfaatoc.htm>.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21<sup>st</sup> century skills: Learning for life in our times*. SF: John Wiley & Sons.